

## Comportamiento agronómico de siete accesiones de *Brachiaria humidicola* durante la fase de establecimiento

### Agronomic performance of seven *Brachiaria humidicola* accessions during the establishment stage

E. R. Canchila<sup>1</sup>, Mildrey Soca<sup>2</sup>, Hilda B. Wencomo<sup>2</sup>, F. Ojeda<sup>2</sup>, H. Mateus<sup>3</sup>, E. Romero<sup>1</sup>,  
G. Argüello<sup>1</sup>, R. Ruiz<sup>1</sup> y Neydi Canchila<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Universitario de la Paz, Calle 49 # 10-22, Avenida Santander  
Barrancabermeja, Santander del Sur, Colombia

E-mail: emirocanchilas@yahoo.es

<sup>2</sup> EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

<sup>3</sup> CORPOICA, Colombia

#### Resumen

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de siete accesiones de *Brachiaria humidicola* durante la fase de establecimiento, para seleccionar aquellas de mejor adaptación a las condiciones de suelo ácido y de baja fertilidad de la región Santandereana de Barrancabermeja y Magdalena Medio, Colombia. Se emplearon 21 parcelas, con un diseño completamente aleatorizado y tres réplicas para cada accesión. Las evaluaciones se realizaron a partir del séptimo día de plantadas las semillas y las parcelas se consideraron establecidas cuando el área cubierta alcanzó el 80%. Se determinó la emergencia, la cobertura, la altura, el desplazamiento lateral, la producción de forraje seco, la incidencia de plagas y enfermedades y las deficiencias nutricionales de las plantas; además se realizó el análisis bromatológico. Las accesiones de *B. humidicola* tuvieron una germinación promedio de 30%. La varianza acumulada fue de 88,67% en las tres primeras componentes. Se concluye que la variabilidad total fue alta, en función de los indicadores medidos y/o estimados, lo que permitió la diferenciación adecuada de las accesiones. Los indicadores de mayor contribución en la formación de los grupos y en la selección fueron: la cobertura, la materia seca, la producción de forraje seco, el porcentaje de grasa, la hojiosidad, la energía y la proteína.

Palabras clave: *Brachiaria humidicola*, evaluación, suelo ácido

#### Abstract

The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of seven *Brachiaria humidicola* accessions during the establishment stage, in order to select those with better adaptation to the conditions of acid soil and low fertility of the Santander region of Barrancabermeja and Magdalena Medio, Colombia. Twenty-one plots were used, with a completely randomized design and three replications for each accession. The evaluations were made since the seventh day after the seeds were planted and the plots were considered established when the covered area reached 80%. The emergence, cover, height, lateral displacement, dry forage production, incidence of pests and diseases and nutritional deficiencies of the plants were determined; the bromatological analysis was also made. The *B. humidicola* accessions had an average germination of 30%. The cumulative variance was 88,67% in the first three components. The total variability was concluded to be high, with regards to the measured and/or estimated indicators, which allowed the adequate differentiation of the accessions. The indicators of higher contribution in group formation and selection were: cover, dry matter, dry forage production, fat percentage, leafiness, energy and protein.

Key words: Acid soil, *Brachiaria humidicola*, evaluation

### Introducción

Las pasturas de América tropical están establecidas, en su mayoría, en suelos caracterizados por su acidez y baja fertilidad. El manejo inadecuado de las pasturas y, en muchos casos, la no utilización del germoplasma adaptado a esas condiciones, son los principales factores condicionantes de la baja productividad en esos ecosistemas (Nieuwenhyse, 2010).

Durante los últimos años se han evaluado gramíneas y leguminosas que se adaptan a dichas condiciones, y se encontró que algunas especies de *Brachiaria* mostraron un alto potencial productivo en estos ecosistemas, por su capacidad de adaptación a suelos infértiles y el uso eficiente de los nutrientes (Velásquez y Muñoz, 2006).

Entre las más destacadas se encuentra *Brachiaria humidicola*, que presenta un buen comportamiento por su agresividad, velocidad de rebrote, tolerancia a la sequía, resistencia a plagas y enfermedades, así como adaptación a diferentes tipos de suelos (Chacón, 2005).

Como parte de los proyectos de investigación que desarrollan la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) y el Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), para el fomento de la ganadería, se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de siete accesiones de *B. humidicola* durante la fase de establecimiento, y seleccionar las que mejor se adapten a las condiciones de suelo ácido y de baja fertilidad de la región Santandereana de Barrancabermeja y Magdalena Medio, Colombia.

### Materiales y Métodos

*Descripción del sitio.* El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Experimental Santa Lucía, propiedad del Instituto Universitario de la Paz, el cual está ubicado en Vereda Zarzal, municipio Barrancabermeja, en la región de Magdalena Medio Santandereano, departamento de Santander del Sur, Colombia.

Esta Institución se localiza en el kilómetro 14 sobre la margen izquierda de la vía Barrancabermeja-Bucaramanga; cuenta con una

### Introduction

The pastures of tropical America are established, mostly, on soils characterized by their acidity and low fertility. The inadequate management of pastures and, in many cases, the lack of utilization of the germplasm adapted to these conditions, are the main conditioning factors of low productivity in those ecosystems (Nieuwenhyse, 2010).

During the last years grasses and legumes that adapt to such conditions have been evaluated and it was found that some species of *Brachiaria* showed a high productive potential in these ecosystems, due to their adaptation capacity to infertile soils and the efficient use of nutrients (Velásquez and Muñoz, 2006).

Among the most outstanding ones is *Brachiaria humidicola*, which shows good performance due to its aggressiveness, regrowth rate, tolerance to draught, resistance to pests and diseases, as well as adaptation to different soil types (Chacón, 2005).

As part of the research projects developed by the Colombian Corporation of Agricultural and Livestock Research (CORPOICA) and the Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), for the enhancement of livestock production, this study was conducted in order to evaluate the agronomic performance of seven *B. humidicola* accessions during the establishment stage, and select those that adapt better to the conditions of acid and low fertility soil of the Santander region of Barrancabermeja and Magdalena Medio, Colombia.

### Materials and Methods

*Site description.* The work was conducted in the facilities of the Experimental Center Santa Lucía, property of the Instituto Universitario de la Paz, which is located in Vereda Zarzal. Barrancabermeja municipality, in the Santander region of Magdalena Medio, Santander del Sur Department, Colombia.

This Institution is located at kilometer 14 on the left margin of the Barrancabermeja-Bucaramanga road; it has an extension of

extensión de 324 ha y se ubica en las coordenadas 73°51'50" de longitud oeste y 7°3'48" de latitud norte.

Su formación vegetal es de bosque húmedo tropical, de topografía inclinada y ondulada, con una precipitación promedio anual de 2 800 mm, temperatura media de 29°C y humedad relativa de 80%.

El suelo se clasifica como Oxisol, extremadamente ácido, con un alto contenido de aluminio y hierro, y textura franco-arcillosa (CORPOICA, 1995).

*Tratamientos y diseño experimental.* Se evaluaron siete accesiones de *B. humidicola* sembradas en parcelas distribuidas al azar, con el empleo de un diseño completamente aleatorizado y tres réplicas (parcelas) para cada tratamiento (tabla 1).

El material para la evaluación fue traído del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por la Corporación Colombiana de Investigación como parte del convenio de investigación con el Instituto Universitario de la Paz.

#### *Procedimiento experimental*

*Preparación del suelo y establecimiento de las parcelas.* Para eliminar el tapiz vegetal de gramíneas nativas y malezas presentes en el área donde se desarrolló la investigación, se hizo una preparación convencional, con un pase de arado y dos de grada ligera. Entre cada una de las labores se esperó 20 días para controlar el rebrote. El último pase de grada permitió, además, nivelar el terreno.

324 ha and it is located at 73°51'50" longitude west and 7°3'48" latitude north.

Its plant formation is tropical rainforest, of sloped and undulated topography, with average annual rainfall of 2 800 mm, mean temperature of 29°C and relative humidity of 80%.

The soil is classified as Oxisol, extremely acid, with high aluminum and iron content, and loamy-clayey texture (CORPOICA, 1995).

*Treatments and experimental design.* Seven *B. humidicola* accessions planted in randomly distributed plots were evaluated, using a completely randomized design and three replications (plots) for each treatment (tabla 1).

The material for the evaluation was brought from the International Center of Tropical Agriculture (CIAT), by the Colombian Research Corporation, as part of the research agreement with the Instituto Universitario de la Paz.

#### *Experimental procedure*

*Soil preparation and plot establishment.* In order to eliminate the plant tapestry of native grasses and weeds present in the area where the research was conducted, a conventional preparation was made, with one pass of plough and two of light harrow. Between each labor 20 days were waited to control the regrowth. The last harrowing also allowed leveling the terrain.

A lot of 500 m<sup>2</sup> (10 m wide and 50 m long) was used, in which 21 experimental plots were delimited, each 7 m long and 3 m wide, with an individual area of 21 m<sup>2</sup>; the separation between plots was 1 m. It was adopted as criterion considering the plots established when the

Tabla 1. Tratamientos experimentales.

Table 1. Experimental treatments.

Tratamiento	Accesión
1	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16867
2	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-26159
3	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-26427
4	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16888
5	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16866
6	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16886
7	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16871

Se utilizó un lote de 500 m<sup>2</sup> (10 m de ancho por 50 m de largo), donde quedaron delimitadas 21 parcelas experimentales, cada una de 7 m de largo por 3 m de ancho, con un área individual de 21 m<sup>2</sup>; la separación entre las parcelas fue de 1 m. Las parcelas se consideraron establecidas cuando el área cubierta alcanzó 80%, aproximadamente a los 110 días, momento en el cual se realizó un corte de homogenización.

*Siembra.* La siembra se consideró como parte del proceso evaluativo de las diferentes accesiones. Para ello se utilizaron semillas sexuales, las cuales se pusieron a germinar en un vivero, en macetas de plástico de 30 cm de diámetro por 25 cm de alto. Cuando se verificó la germinación y se obtuvo el número suficiente de plántulas, se efectuó el trasplante en el sitio de investigación. La distancia de siembra fue de 0,5 m entre plantas y 1 m entre surcos.

*Fertilización.* La aplicación de fertilizante se basó en los resultados del análisis químico del suelo (tabla 2) y en las recomendaciones de la RIEPT (Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales). Se utilizaron las siguientes dosis: fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- 40 kg/ha), potasio (K<sub>2</sub>O- 40 kg/ha), magnesio (Mg-10 kg/ha), azufre (S-10 kg/ha) y nitrógeno (N-10 kg/ha). Para el análisis del suelo las muestras se tomaron a 25 cm de profundidad y fueron enviadas al Laboratorio de Suelos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

*Toma de muestras en el campo.* La muestra de campo se tomó del centro de cada parcela, después de eliminar el efecto de borde. Los cortes se hicieron dentro de un marco de 50 x 50 cm y a 10 cm sobre el nivel del suelo. Se realizaron seis cortes cada 42 días, en igual momento para todas las accesiones.

*Mediciones experimentales.* Cada semana se evaluó la emergencia (%), la cobertura (%), la altura (cm), el desplazamiento lateral (cm), la producción de forraje seco (t/ha/corte), la incidencia de plagas y enfermedades, y las deficiencias nutricionales de las plantas. También se hizo análisis bromatológico.

*Emergencia (%)*. El porcentaje de germinación se determinó a partir de las plántulas

covered area reached 80%, approximately after 110 days, moment in which a homogenization cutting was performed.

*Planting.* Planting was considered part of the evaluative process of the different accessions. For that purpose sexual seeds were used, which were put to germinate in a nursery, in plastic pots of 30 cm diameter by 25 cm high. When germination was verified and a sufficient number of seedlings were obtained, transplant was made in the research site. The planting distance was 0,5 m between plants and 1 m between rows.

*Fertilization.* The fertilizer application was based on the results of the soil chemical analysis (table 2) and on recommendations of the RIEPT (International Network of Tropical Pasture Evaluation). The following doses were used: phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- 40 kg/ha), potassium (K<sub>2</sub>O- 40 kg/ha), magnesium (Mg- 10 kg/ha) sulphur (S- 10 kg/ha) and nitrogen (N- 10 kg/ha). For the soil analysis the samples were taken at 25 cm of depth and were sent to the Laboratory of Soils of the International Center for Tropical Agriculture (CIAT).

*Sample taking in the field.* The field sample was taken from the center of each plot, after eliminating the edge effect. The cuttings were made within a 50 x 50 cm frame and 10 cm over the soil level. Six cuttings were performed every 42 days, at an equal time for all accessions.

*Experimental measurements.* Every week the emergence (%), cover (%), height (cm), lateral displacement (cm) dry forage production (t/ha/cutting), incidence of pests and diseases and nutritional deficiencies of plants, were evaluated. Bromatological analysis was also made.

*Emergence (%)*. The germination percentage was determined from the emerged seedlings after a period of 40 days, moment in which this measurement was considered finished.

*Cover.* In order to determine the cover reached by the accessions in the plots after being transplanted, the following value scale was used: 1= 10-20% of area covered (very little covered); 2= 21-40% of area covered (little covered); 3= 41-60% of area covered (partially covered); 4= 61-80% of area covered (covered); 5= >80% of area covered (well covered).



emergidas después de un período de 40 días, momento en el cual se dio por terminada esta medición.

*Cobertura.* Para determinar la cobertura alcanzada por las accesiones en las parcelas después de trasplantadas, se utilizó la siguiente escala de valores: 1= 10-20% de área cubierta (muy poco cubierta); 2= 21-40% de área cubierta (poco cubierta); 3= 41-60% de área cubierta (parcialmente cubierta); 4= 61-80% de área cubierta (cubierta); 5= > 80% de área cubierta (bien cubierta).

*Altura.* Se determinó en cuatro puntos por parcela, con una cinta métrica graduada en centímetros, a partir del suelo, en posición perpendicular.

*Desplazamiento lateral.* Se evaluó el 50% de las plantas, las cuales fueron seleccionadas al azar como una muestra representativa de la parcela. Se midió el total de estolones de cada planta utilizando una cinta métrica, desde la base del tallo hasta el ápice del estolón.

*Porcentaje de hojas.* Para determinar el porcentaje de hojas, se tomó de la masa verde total una submuestra de 300 g y se separaron, en fresco, las hojas de los tallos. Se colocó en una estufa de ventilación a 80°C hasta peso constante, para determinar qué porcentaje del peso seco total correspondía a cada fracción.

*Producción de forraje seco.* La producción de cada accesión en verde se expresó en toneladas de materia seca por corte por hectárea (MS/corte/ha); para ello se tomó el peso de la muestra verde en un metro cuadrado y este valor se llevó a su equivalencia en producción de MS por hectárea.

*Análisis bromatológico.* Del material verde cortado para determinar la producción de forraje seco se tomó una submuestra de 500 g, que fue enviada al laboratorio para el análisis de MS, PB, grasa, energía y extracto no nitrogenado por el método de la AOAC (1970). Se determinó también la fibra ácido detergente por el método de Van Soest *et al.* (1991).

*Incidencia de enfermedades.* Se utilizó la siguiente escala: 0= 0-1% de área afectada (immune); 1= 2-10% de área afectada (resistente),

*Height.* It was determined in four spots per plot, with a metric tape graduated in centimeters, from the soil, in perpendicular position.

*Lateral displacement.* Fifty percent of the plants were evaluated, which were randomly selected as a representative sample of the plot. The total stolons of each plant were measured using a metric tape, from the stem basis to the stolon apex.

*Leaf percentage.* In order to determine the leaf percentage, a subsample of 300 g was taken from the total green mass and the leaves were separated from the stems in fresh. It was placed in a ventilated stove at 80°C until constant weight, to determine which percentage of the total dry weight belonged to each fraction.

*Dry forage production.* The production of each accession in green was expressed in tons of dry matter per cutting per hectare (DM/cutting/ha); for that purpose the weight of the green sample in a square meter was taken and this value was taken to its equivalence in DM production per hectare.

*Bromatological analysis.* From the green material cut to determine the dry forage production a subsample of 500 g was taken, which was sent to the laboratory for the analysis of DM, CP, fat, energy, non-nitrogen extract by the method of the AOAC (1990). Acid detergent fiber was also determined through the method proposed by Van Soest *et al.* (1991).

*Disease incidence.* The following scale was used: 0= 0-1% of the area affected (immune); 1= 2-10% of the area affected (resistant); 2= 11-20% of the area affected (tolerant); 3= >20% of the area affected (susceptible).

*Incidence of potentially-pest insects.* The plots were divided into four grids and in each one the affected plants were recorded. The affectation percentage was determined based on the average obtained in each of the grids and the same scale as in the incidence of diseases was used.

*Mineral deficiency.* It was determined by visual observation of the plants, identifying the main manifestations by nitrogen, phosphorus and potassium deficiencies, according to the methodology proposed by the RIEPT.

2= 11-20% de área afectada (tolerante),  
3= >20% de área afectada (susceptible).

*Incidencia de insectos potencialmente plagas.* Las parcelas se dividieron en cuatro cuadrículas y en cada una se registraron las plantas afectadas. El porcentaje de afectación se determinó sobre la base del promedio obtenido en cada una de las cuadrículas y se utilizó la misma escala que en la incidencia de enfermedades.

*Deficiencia de minerales.* Se determinó mediante la observación visual de las plantas, identificando las principales manifestaciones por deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio, según la metodología descrita por la RIEPT.

#### *Análisis estadístico*

Los resultados se procesaron mediante el análisis de componentes principales (ACP) (Morrison, 1967), en el cual se tomó como criterio aquellas componentes principales que presentaron valores propios superiores a 1 y factores de suma o de preponderancia mayor que 0,60.

Se aplicó el análisis de conglomerados para la agrupación y selección de las accesiones utilizando como criterio la distancia euclidiana, a partir de lo obtenido en el ACP (Torres *et al.*, 2006), y se determinaron los estadígrafos media y desviación estándar para las variables analizadas. De esta forma se dispuso de grupos de especies que permitieron hacer un análisis más sencillo y objetivo de su comportamiento.

Para el caso de los indicadores insectos potencialmente plagas y enfermedades se tomó el valor inverso, ya que las medias mayores a la media poblacional significan una mayor afectación.

### **Resultados y Discusión**

Las accesiones de *B. humidicola* tuvieron una germinación promedio de 30%, con valores de 53, 51, 32, 41, 10, 25 y 11% para CIAT- 16866, 16888, 16867, 16886, 26159, 26427 y 16871, respectivamente.

Sin embargo, las accesiones CIAT-26159 y 16871 presentaron una mayor cobertura, de 100% a los 56 días después del trasplante, debido a su crecimiento estolonífero (fig. 1). Las de

#### *Statistical analysis*

The results were processed through the principal component analysis (PCA) (Morrison, 1967), in which those main components that showed proper values higher than 1 and sum or preponderance factors higher than 0,60 were taken as criterion.

The cluster analysis was applied for the grouping and selection of the accessions, using as the Euclidian distance as criterion, from the results obtained in the PCA (Torres *et al.*, 2006), and the stadigraphs mean and standard deviation were determined for the analyzed variables. Thus, groups of species were available that allowed making a simpler and more objective analysis of their performance.

For the case of the indicators potentially-pest insects and diseases the inverse value was taken, because the means higher than the population mean are equivalent to a higher affectation.

### **Results and Discussion**

The *B. humidicola* accessions had an average germination of 30%, with values of 53, 51, 32, 41, 10, 25 and 11% for CIAT-16866, 16888, 16867, 16886, 26159, 26427 and 16871, respectively.

Nevertheless, the accessions CIAT-26159 and 16871 showed higher cover, of 100%, 56 days after transplant, due to their stoloniferous growth (fig. 1). The ones with lower cover were CIAT-16886 and 16888, due to their turf growth. One hundred and four days after being transplanted, most of the accessions reached a total cover and only 16888 had 60%.

*B. humidicola* is characterized by its invading power, especially if it is established in areas with high rainfall. The displacement of the seven materials was higher than 80 cm in the first 40 days after planting. Regarding height (fig. 2) *B. humidicola* CIAT-16871 was the lowest, followed by CIAT-16866 and CIAT-16886. *B. humidicola* CIAT-26159 and CIAT-26427 were the highest.

Table 2 shows the results of the principal component analysis (PCA). The total variability was proven to be high, regarding the evaluated

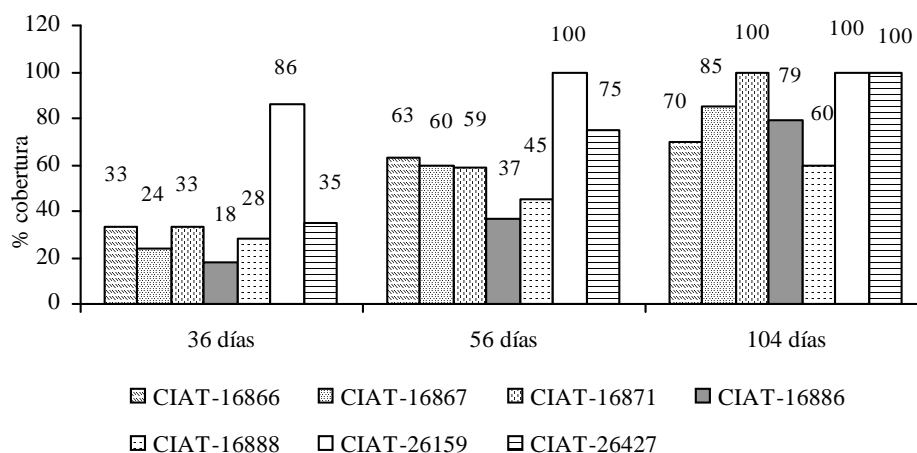


Fig. 1. Comportamiento de la cobertura.

Fig. 1. Performance of cover.

menor cobertura fueron CIAT-16886 y 16888, por su crecimiento cespitoso. A los 104 días después del trasplante, la mayor parte de las accesiones alcanzaron una cobertura total y solo la 16888 se encontraba en un 60%.

*B. humidicola* se caracteriza por su poder invasor, máxime si se establece en áreas con alta precipitación. El desplazamiento de los siete materiales fue superior a 80 cm en los primeros 40 días de la siembra. Con respecto a la altura (fig. 2) *B. humidicola* CIAT-16871 se caracterizó por ser la de menor altura, seguida de CIAT-16866 y CIAT-16886. *B. humidicola* CIAT-26159 y CIAT-26427 presentaron la mayor altura.

indicadores, during this period. A cumulative variance of 88,67% was detected in the first three components. The variables that better explained the variance in the first component (31,24%) were: cover, dry matter, dry forage production, and fat percentage, which were positively related among themselves; the second component extracted a variance of 29,49%, which was explained by leafiness, energy and protein; while the third component extracted 27,37% of variability, explained by non-nitrogen extract and acid detergent fiber (the latter negatively).

The variability showed through the indicators can be due to the high relationship that existed

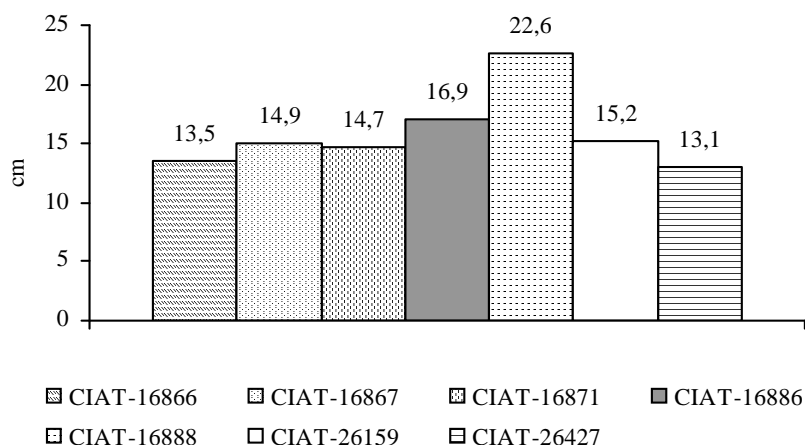


Fig. 2. Altura promedio de las accesiones por corte.

Fig. 2. Average height of the accessions per cutting.

En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis de componentes principales (ACP). Se comprobó que la variabilidad total fue alta, en función de los indicadores evaluados, durante este período. Se detectó una varianza acumulada de 88,67% en las tres primeras componentes. Las variables que mejor explicaron la varianza en la primera componente (31,24%) fueron: la cobertura, la materia seca, la producción de forraje seco y el porcentaje de grasa, las cuales estuvieron positivamente relacionadas entre sí; la segunda componente extrajo una varianza de 29,49%, la que estuvo explicada por la hojiosidad, la energía y la proteína; mientras que la tercera componente extrajo un 27,37% de la variabilidad, explicado por el extracto no nitrogenado y la fibra ácida detergente (esta última de forma negativa).

La variabilidad mostrada a través de los indicadores puede que se deba a la alta relación que existió entre ellos en esta etapa, aspecto que permite la agrupación de las accesiones y su posterior selección. El alto porcentaje de la varianza explicada por las tres componentes, sugiere que contiene indicadores que pueden discriminar bien las accesiones en estudio. Por ello, se pudiera plantear que la variabilidad estuvo relacionada con el contraste en el comportamiento de estas accesiones, y no con el hábito de crecimiento que las caracteriza.

among them in this stage, aspect which allows the grouping of the accessions and their later selection. The high percentage of the variance explained by the three components, suggests that it contains indicators that can discriminate well the accessions under study. For such reason, it could be stated that variability was related to the contrast in the performance of these accessions, and not to the growth habit which characterizes them.

Canchila *et al.* (2008 a; 2008 b) obtained similar results when evaluating a collection of 22 *Brachiaria* spp. accessions on an extremely acid Oxisol soil, with high aluminum and iron content, and loamy-clayey texture, in which three *B. humidicola* accessions were included and some of the indicators evaluated in this study were used.

These results coincide with the ones reported by Olivera and Machado (2004) when studying a collection of 20 *Brachiaria* spp. accessions on low soils of moderate fertility, where they found a variance of 81,6%. This indicates that independently from the edaphoclimatic conditions, the populations and particularly the accessions of the species of this genus, can express a marked variation among individuals for some indicators and group regarding those variables, which represents a positive element in the evaluation and selection work (Machado, 2006).

Tabla 2. Resultados del ACP y relación entre los indicadores evaluados.  
Table 2. Results of the PCA and relationship among the evaluated indicators.

Indicador	Componente principal		
	CP <sub>1</sub>	CP <sub>2</sub>	CP <sub>3</sub>
Cobertura	<b>0,900</b>	-0,362	-0,187
Proteína	0,219	<b>0,663</b>	0,410
Grasa	<b>0,690</b>	-0,099	0,626
FAD	0,140	-0,550	<b>-0,792</b>
ENN	-0,015	0,084	<b>0,955</b>
Energía	0,115	<b>0,725</b>	0,594
MS	<b>0,850</b>	0,396	0,155
Producción de forraje seco	<b>0,849</b>	0,344	-0,048
Hojiosidad	0,040	<b>0,982</b>	-0,030
<b>Valor propio</b>	2,812	2,65	2,51
<b>Varianza (%)</b>	31,24	29,49	27,73
<b>Acumulado (%)</b>	<b>31,24</b>	<b>60,74</b>	<b>88,67</b>



Canchila *et al.* (2008 a; 2008 b) obtuvieron resultados similares al evaluar una colección de 22 accesiones de *Brachiaria* spp., en un suelo Oxisol extremadamente ácido, con un alto contenido de aluminio y hierro, y textura franco-arcillosa, en el que se incluyeron tres accesiones de *B. humidicola* y se utilizaron algunos de los indicadores evaluados en el presente estudio.

Estos resultados coinciden con lo informado por Olivera y Machado (2004) al estudiar una colección de 20 accesiones de *Brachiaria* spp. en suelos bajos de mediana fertilidad, donde encontraron una varianza de 81,6%. Ello indica que independientemente de las condiciones edafoclimáticas, las poblaciones y en particular las accesiones de las especies de este género, pueden expresar una variación marcada entre individuos para algunos indicadores y agruparse en función de esas variables, lo cual representa un elemento positivo en el trabajo de evaluación y selección (Machado, 2006).

En esta investigación se pudo comprobar que la variabilidad estuvo bien distribuida, ya que el valor propio fue superior a uno, índice aceptable para que la variabilidad correspondiente a cada indicador esté mejor relacionada con cada eje en correspondencia con este tipo de análisis (Di Rienzo *et al.*, 2001). Por tal razón, estos indicadores en su totalidad se incluyeron en el análisis de conglomerados y así se pudo determinar la diferenciación o similitud entre las accesiones.

En correspondencia con el alto valor de la varianza acumulada, se asumió que la variabilidad fenotípica fue suficientemente propicia para realizar el análisis de conglomerados sobre la base de los resultados del ACP, la cual permitió la formación de cuatro grupos. Las accesiones pertenecientes a cada uno de ellos se muestran en la tabla 3, al igual que la media y la desviación estándar de cada uno de los grupos formados.

Según los resultados, se puede deducir que las accesiones *B. humidicola* CIAT-16867, CIAT-16888 y CIAT-16886, pertenecientes al grupo I, se caracterizaron por ser las plantas con mayor contenido de proteína y de materia seca,

In this study it could be observed that variability was well distributed, because the proper value was higher than one, acceptable index for the variability corresponding to each indicator to be better related with each axis in correspondence with this type of analysis (Di Rienzo *et al.*, 2001). For such reason these indicators as a whole were included in the cluster analysis and thus the differentiation or similarity among these accessions could be determined.

In correspondence with the high value of the cumulative variance, the phenotypical variability was assumed to be sufficiently propitious to make the cluster analysis based on the results of the PCA, which allowed the formation of four groups. The accessions belonging to each one of them are shown in table 3, as well as the mean and standard deviation of each of the groups formed.

According to the results it can be deduced that the accessions *B. humidicola* CIAT-16867, CIAT-16888 and CIAT-16886, belonging to group I were the plants with higher protein and dry matter content, higher dry forage production, and leafiness values.

The accession *B. humidicola* CIAT-16866, belonging to group IV, showed the highest values regarding: fat percentages, non-nitrogen extract and energy; while CIAT-26159 and CIAT-26427, from group II, had a good value of cover and acid detergent fiber.

On the other hand, *B. humidicola* CIAT-16871, belonging to group III, was characterized by having the lowest values in some of the evaluated indicators, as compared to the other accessions (cover, fat percentage, non-nitrogen extract, dry matter and dry forage production).

In this evaluation a remarkable superiority was observed in the variability of the accessions, which could have been influenced by the prevailing climate conditions in the period of highest rainfall (in which the study was conducted). In such environment, according to Del Pozo (2000), grasses can express a better response, particularly when temperatures are between 22 and 35°C (which are considered

Tabla 3. Distribución de los indicadores, media y desviación estándar según el análisis de conglomerados.  
Table 3. Distribution of the indicators, mean and standard deviation according to the cluster analysis

Indicador	Grupo I		Grupo II		Grupo III	Grupo IV
	X	DS	X	DS	X	X
Cobertura	90,20	7,74	<b>97,70</b>	3,25	74,30	88,0
Proteína	<b>9,20</b>	2,80	6,80	2,12	6,70	8,80
Grasa	2,01	0,40	2,20	0,14	1,30	<b>2,70</b>
Fibra ácido detergente	45,66	2,30	<b>49,50</b>	2,12	48,0	43,0
Extracto no nitrogenado	32,90	3,67	31,50	2,61	29,50	<b>40,3</b>
Energía	1,72	0,11	1,55	0,07	1,60	<b>1,78</b>
Materia seca	<b>28,30</b>	0,45	26,95	0,49	24,20	27,40
Producción de forraje seco	<b>199,31</b>	24,5	188,55	13,1	80,48	134,36
Hojosidad	<b>79,7</b>	5,50	58,30	3,81	69,50	65,20
<b>Grupos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Accesiones</b>				
I	3	<i>B. humidicola</i> CIAT-16867, CIAT-16888 y CIAT-16886				
II	2	<i>B. humidicola</i> CIAT-26159 y CIAT-26427				
III	1	<i>B. humidicola</i> CIAT-16871				
IV	1	<i>B. humidicola</i> CIAT-16866				

mayor producción de forraje seco, e índices de hojiosidad.

La accesión *B. humidicola* CIAT-16866, perteneciente al grupo IV, presentó los valores más altos en cuanto a los porcentajes de grasa, extracto no nitrogenado y energía; mientras que CIAT-26159 y CIAT-26427, del grupo II, se caracterizaron por tener buen índice de cobertura y fibra ácido detergente.

Por su parte *B. humidicola* CIAT-16871, perteneciente al grupo III, se caracterizó por tener los valores más bajos en algunos de los indicadores evaluados, con respecto a las demás accesiones (cobertura, porcentaje de grasa, extracto no nitrogenado, materia seca y producción de forraje seco).

En esta evaluación se observó una marcada superioridad en la variabilidad de las accesiones, lo que pudo estar influido por las condiciones del clima imperantes en el período de máximas precipitaciones (en el que se desarrolló la investigación). En dicho ambiente, según Del Pozo (2000), las gramíneas pueden expresar mejor respuesta, particularmente cuando las temperaturas se encuentran entre 22 y 35°C (las cuales se consideran óptimas para su crecimiento), y además hacen un mayor aprovechamiento de la luz solar con el predominio de los días largos.

optimum for their growth), and they also make a better utilization of sunlight with the predominance of long days.

In this sense, it should be mentioned that according to the studies conducted by Rao *et al.* (1998) and Rao *et al.* (2006) this performance could be related to: the capacity of these plants to maintain root growth at the expense of the aerial part growth; the use of both nitrogen forms (nitrate as well as ammonium); the attainment of nitrogen through associative fixation and P by long root systems and the association with vesicular-arbuscular mycorrhizas; in addition to Ca through widely ramified roots with a large number of root apices. It is valid to state that independently from the fact that *Brachiaria* species have much lower internal requirements (especially of P and Ca) than other grasses such as *Panicum maximum*, they show certain interspecific differences, which could be observed in this evaluation.

Regarding the incidence of potentially-pest insects and diseases, there was no representativeness of the lesions caused by them in the sampled plants, which would allow their quantification and later analysis. The same occurred with mineral deficiency; yet, the recommendation made by RIEPT is maintained, in order to prevent any affectation in this sense.

Asimismo, se debe mencionar la capacidad de adaptación de las accesiones a estas condiciones (Carmona *et al.*, 2001; Plazas, 2006), lo cual se reafirma si se tiene en cuenta que el suelo donde se llevó a cabo este experimento es de baja fertilidad y extremadamente ácido, con altos contenidos de aluminio y hierro y de textura franco arcillosa; independientemente de que se fertilizó, es factible asumir que las accesiones pudieron adaptarse y producir forraje, gracias a su cualidad de desarrollarse en suelos deficientes, destacándose las especies *B. humidicola* CIAT-16867, CIAT-16888 y CIAT-16886.

En este sentido, según las investigaciones realizadas por Rao *et al.* (1998) y Rao *et al.* (2006) este comportamiento puede que esté relacionado con: la capacidad de estas plantas de mantener un crecimiento radical a expensas del crecimiento de la parte aérea; el uso de ambas formas del nitrógeno (tanto el nitrato como el amonio); la obtención del nitrógeno mediante la fijación asociativa y el P de los sistemas radicales extensos y las asociaciones con micorrizas vesículo-arbusculares; además del Ca mediante raíces ampliamente ramificadas y con gran número de ápices radicales. Es válido señalar que independientemente de que las especies de *Brachiaria* tienen requerimientos internos mucho más bajos (especialmente de P y Ca) que otras gramíneas como *Panicum maximum*, presentan ciertas diferencias interespecíficas, las cuales se pudieron observar en la presente evaluación.

Con relación a la incidencia de insectos potencialmente plagas y a las enfermedades, no hubo representatividad de las lesiones ocasionadas por ellos en las plantas muestreadas, que permitieran su cuantificación y análisis posterior. Lo mismo ocurrió con la deficiencia de minerales; no obstante, se mantiene lo recomendado por la RIEPT, para prevenir cualquier afectación en este sentido.

### Conclusiones

Las accesiones *B. humidicola* CIAT-26159 y 16871 fueron las de mejor comportamiento en cuanto al porcentaje de cobertura.

### Conclusions

The accessions *B. humidicola* CIAT-26159 and 16871 were the ones with the best performance regarding cover percentage.

The total variability was high, with regards to the measured and/or estimated indicators, which allowed the adequate differentiation of the accessions.

The indicators with higher contribution in group formation and selection were: cover, dry matter, dry forage production, fat percentage, leafiness, energy and protein.

The accessions which stood out for showing higher values than the population mean were: *B. humidicola* CIAT-16-867, CIAT-16888 and CIAT-16886.

--End of the English version--

La variabilidad total fue alta, en función de los indicadores medidos y/o estimados, lo que permitió la diferenciación adecuada de las accesiones.

Los indicadores de mayor contribución en la formación de los grupos y en la selección fueron: la cobertura, la materia seca, la producción de forraje seco, el porcentaje de grasa, la hojiosidad, la energía y la proteína.

Las accesiones que resultaron destacadas por presentar valores superiores a la media poblacional, fueron: *B. humidicola* CIAT-16867, CIAT-16888 y CIAT-16886.

### Referencias bibliográficas

- AOAC. 1970. Official methods of analysis. 11<sup>th</sup> ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C.
- Canchila, E.R. *et al.* 2008a. Evaluación agronómica de accesiones de *Brachiaria* spp. en condiciones agroecológicas de Barrancabermeja, Santander, Colombia. I. Primer año de evaluación. *Pastos y Forrajes*. 31 (2):129
- Canchila, E.R. *et al.* 2008b. Evaluación agronómica de accesiones de *Brachiaria* spp. en condiciones agroecológicas de Barrancabermeja, Santander, Colombia. II. Segundo año de evaluación. *Pastos y Forrajes*. 31 (2):141

- Carmona, Ivone *et al.* 2001. Resistencia a sequía de *Brachiaria* spp. 1. Aspectos fisiológicos. [cd-rom]. Memorias. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana, Cuba
- Chacón, C.A. 2005. Evaluación de pasturas de *Brachiaria humidicola* sola y en asociación con *Desmodium ovalifolium*, en sistemas de pastoreo rotativo, al norte del Estado Táchira. IX Seminario de Pastos y Forrajes. AVPA, Venezuela. p. 138
- CORPOICA. 1995. Caracterización de los sistemas de producción en el crecer Magdalena Medio Santandereano Regional 7. 1era. ed. CORPOICA. Barrancabermeja, Colombia. p. 250
- Del Pozo, P.P. 2000. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Conferencia. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. (Mimeo). 22 p.
- Di Rienzo, J.A. *et al.* 2001. Estadística para las ciencias agropecuarias. 4<sup>ta</sup> ed. Editorial Triunfar S.A. Córdoba, Argentina. 330 p.
- Machado, R. 2006. Botánica de las gramíneas. Programa de Maestría de Pastos y Forrajes. Curso: Fundamento de la producción de pastos. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo). 21 p.
- Morrison, D. 1967. Multivariate statistical methods. Mc Graw-Hill Book Company. New York, USA. 150 p.
- Nieuwenhyse, A. 2010. Lecciones aprendidas en recuperación de tierras de pasturas degradadas. En: Memorias VI Congreso Internacional de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). 1<sup>a</sup> ed. CATIE- CIPAV. Turrialba, Costa Rica. p. 8
- Olivera, Yuseika & Machado, R. 2004. Selección de accesiones de *Brachiaria* spp. en suelos de mal drenaje y mediana fertilidad. *Pastos y Forrajes*. 27(1):13
- Plazas, C.H. 2006. Experiencias en el establecimiento de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato CIAT-36061 como alternativa para rehabilitar pasturas degradadas. *Pasturas Tropicales*. 28 (1):9
- Rao, I.M. *et al.* 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. (Eds. J.W. Miles, B.L. Maass & C.B. do Valle). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Brasil. p. 58
- Rao, I.M. *et al.* 2006. Selección de híbridos de *Brachiaria* con resistencia al aluminio. *Pasturas Tropicales*. 26 (3):20
- Torres, V. *et al.* 2006. Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. Informe técnico. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Van Soest, P. *et al.* 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal. *J. of Dairy Sci.* 74:3583
- Velásquez, J.M. & Muñoz, E.A.A. 2006. Producción de forraje de *brachiaria* híbrido cv. Mulato II solo y asociado con *Arachis pintoi* en suelos de terraza y mesón en el Piedemonte Amazónico. *Pasturas Tropicales*. 28 (2):26

Recibido el 25 de octubre del 2010

Aceptado el 9 de marzo del 2011